



## 5 SUOLO

A cura di  
**Renzo Barberis, Gabriele Fabietti, Tommaso Niccoli,  
Romina Verzella, Sabrina Mozzone** – Arpa Piemonte,  
Area Ricerca e Studi

In molte aree dell'Europa e dell'Italia il suolo è soggetto a processi degradativi gravi ed irreversibili, che sono il risultato della domanda crescente e, spesso, conflittuale da parte di quasi tutti i settori economici. Le pressioni sul suolo derivano dalla concentrazione della popolazione e delle attività in aree localizzate, dalle attività economiche, dai cambiamenti climatici e dalle variazioni di uso del suolo. Se il sistema di coltivazione è quello che maggiormente influisce sulla qualità del suolo nelle aree agricole, l'incremento dei consumi e del settore industriale ha contribuito ad aumentare il numero delle potenziali sorgenti di contaminazione, quali gli impianti di smaltimento dei rifiuti, la produzione di energia ed i trasporti, soprattutto nelle aree a forte urbanizzazione.

L'azione combinata di queste attività influenza la qualità dei suoli e ne limita molte importanti funzioni, inclusa la capacità di rimuovere i contaminanti dall'ambiente attraverso i processi di filtrazione e adsorbimento. Proprio questa capacità, assieme alla resilienza del suolo, cioè alla

sua capacità di reagire agli influssi esterni, fanno sì che spesso i danni al suolo vengano evidenziati solo quando sono in stato molto avanzato, a volte molto vicini alla fase di non reversibilità.

Questo spiega la crescente attenzione che viene dedicata al suolo a livello europeo, sia nel 6° programma di azione ambientale sia, soprattutto, attraverso la comunicazione della Commissione Europea sulla protezione del suolo, COM (2002) 179, che porterà nel 2004 ad altre importanti iniziative legislative, prima fra tutte l'emanazione di una Direttiva europea sul monitoraggio ambientale dei suoli.

I maggiori problemi che interessano i suoli piemontesi e italiani sono simili, pur nella particolarità e nella grande eterogeneità del nostro territorio, a quelli europei: l'erosione, soprattutto idrica, la contaminazione locale e diffusa, la perdita di suolo per impermeabilizzazione, la compattazione superficiale e profonda dovuta all'uso di mezzi meccanici, la perdita di sostanza organica, la diminuzione della biodiversità, la salinizzazione, il rischio idrogeologico evidenziato dalle frane e dalle inondazioni.

In attesa della citata Direttiva europea sul monitoraggio dei suoli e delle conseguenti azioni a livello nazionale e regionale, l'Arpa Piemonte ha avviato, fin dal 2001, sul territorio regionale una serie di attività conoscitive che, assieme alle attività svolte da altre strutture regionali, permettono di rappresentare lo stato conoscitivo di alcuni dei principali processi degradativi dei suoli piemontesi.

Gli indicatori presentati in questo capitolo sono stretta-



mente correlati con quelli riportati nel capitolo agricoltura e in diversi altri capitoli, come siti contaminati, ecosistemi, acqua ed eventi naturali.

Una parte degli indicatori risente della insoddisfacente

qualità dei dati disponibili e, per molti, risulta difficoltoso costruire degli andamenti nel tempo; solo l'avvio di una apposita rete di monitoraggio permetterà di superare queste difficoltà.

Indicatore / Indice	DPSIR	Unità di misura	Livello territoriale	Anni di riferimento	Disponibilità dei dati	Andamento numerico	Stato Ambientale
Uso del suolo	D	%	Provinciale, Soil Region	1993	☺	-	☺
Rischio di erosione idrica	I	t/ha	Regionale	2003	☺	-	☹
Metalli pesanti nel suolo	S	mg/kg	Provinciale	1999-2001	☺	-	☺
Residui di prodotti fitosanitari nel suolo	S	mg/kg	Regionale	2001-2002	☺	-	☹
Inquinanti organici nel suolo	S	mg/kg ng/kg	Regionale	2002	☺	-	☺
Rischio di compattazione	P	n°/ha t/ha	Provinciale	1967-2000	☺	↗	☹
Perdita di suolo per urbanizzazione	D	% /sup. tot.	Provinciale	1991-1998	☺	↗	☹
Superficie percorsa da incendi	I	n° incendi ha superficie	Provinciale	1957-2001	☺	↗	☹

## 5.1 USO E QUALITÀ DEL SUOLO

Le aziende agricole occupano in Piemonte oltre un milione e mezzo di ettari, pari al 60% circa della superficie regionale totale, con una superficie agricola utilizzata (SAU) di poco superiore al milione di ettari.

Questi dati, derivati dal Censimento ISTAT dell'agricoltura del 2000, sono già stati riportati nel Rapporto sullo stato dell'ambiente del 2002, oltre a diversi indicatori di stato relativi alle principali caratteristiche pedologiche dei suoli (pH, CSC, sostanza organica).

La situazione relativa all'uso agricolo dei terreni viene descritta nel Capitolo 10, assieme ad una serie di informazioni sui mezzi di produzione utilizzati dall'agricoltura (prodotti fitosanitari, fertilizzanti,...) che possono a loro volta essere considerati degli indicatori di pressione in riferimento al rischio di contaminazione dei suoli stessi.

La carta dei suoli del Piemonte, alla scala 1: 250.000, già riportata in prima approssimazione nel Rapporto del 2002,

sarà pronta per la fine del 2003; per tale data sarà probabilmente possibile disporre anche di ulteriori elaborazioni sulle caratteristiche pedologiche dei suoli sulla base della banca Dati Regionale dei terreni Agrari (BDRTA) predisposta dal Laboratorio Agrochimico della Regione Piemonte e già presentata nel citato rapporto. Nei paragrafi successivi vengono invece riportate alcune elaborazioni relative all'uso complessivo dei suoli piemontesi correlando tale uso, ove possibile, con particolari aspetti pedologici (Soil Region) o naturalistici (Carta della Natura).

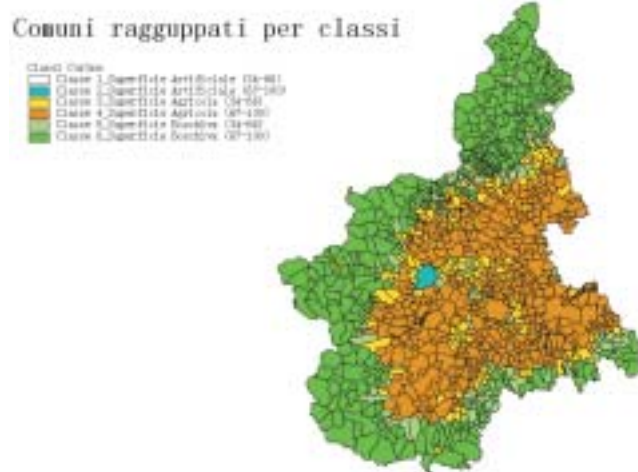
### 5.1.1 USO DEL SUOLO PREVALENTE PER COMUNE

Un interessante metodo di analisi territoriale si basa sulla ripartizione dell'uso prevalente del suolo per comune. Per effettuare l'analisi si sono incrociati i livelli informativi relativi ai Comuni Piemontesi e quello del Corine Land Cover

Tabella 5.1 - Distribuzione dei comuni per classe

	Classe		n° Comuni	%
1	Superficie Artificiale	(34-66%)	3	0,25
2	Superficie Artificiale	(67 - 100%)	1	0,08
3	Superficie Agricola	(34-66%)	189	15,63
4	Superficie Agricola	(67 - 100%)	527	43,59
5	Superficie Boschiva/Seminaturale	(34-66%)	138	11,41
6	Superficie Boschiva/Seminaturale	(67 - 100%)	351	29,03

Figura 5.1 - Prevalenza di classe di uso del suolo a livello comunale



Fonte: Elaborazioni Arpa su dati Corine Land Cover 1990

Appare in evidenza il comune di Torino che ricade all'interno della classe 1 relativa alla superficie artificiale con una percentuale superiore al 67%. Si nota inoltre come si distribuiscono i comuni appartenenti alla stessa classe all'interno del territorio Piemontese: la parte centrale è costituita da superficie agricola prevalentemente di classe 3, mentre la superficie boschiva e semi-naturale si distribuisce prevalentemente nelle zone nord-est, sud est perimetrali

classificato al livello 1. Per ogni territorio comunale è stata ricavata la superficie occupata da ognuna delle classi Corine individuate. Per ciascuna classe di 1° livello del Corine (aree urbanizzate, aree agricole e aree semi-naturali) sono state assegnate due classi di prevalenza: la prima corrispondente ad una superficie compresa tra il 34% ed il 66% e la seconda compresa tra il 67% ed il 100% secondo il seguente triangolo di ripartizione.



I dati ottenuti nella tabella di sintesi sono stati implementati in un GIS per l'elaborazione di cartografie tematiche in cui viene visualizzato il territorio Piemontese con le relative classi di prevalenza per ciascun Comune.

### 5.1.2 DESTINAZIONE DI USO DEL SUOLO PER SOIL REGION

Lo sviluppo dei suoli, a livello continentale, è fortemente influenzato dalle condizioni climatiche, da quelle geologiche e dalla copertura pedologica. Per facilitare i confronti tra i suoli italiani ed europei è utile suddividere il

Tabella 5.2 - Uso del suolo nelle diverse Soil Region presenti sul territorio piemontese

Soil Region	Area artificiale	Area agricola	Area boschiva e semi-naturale	Zone umide	Corpi idrici
	%	%	%	%	%
A	4,3	89,5	4,9	0	1,3
B	0	8,3	91,7	0	0
C	4,2	95,8	0	0	0
D	1,9	70	28	0	0,1
E	7,1	85,5	7	0	0,4
F	1,5	9,5	88,8	0	0,2
G	0,6	6,2	93,1	0	0,1
H	0	0	100	0	0
I	0,8	16,5	82,7	0	0
L	9,3	55	28,5	0	7,2
M	0,9	68	31,1	0	0
N	0,1	38,5	61,3	0	0,1

Fonte: Elaborazioni ISSDS - Firenze

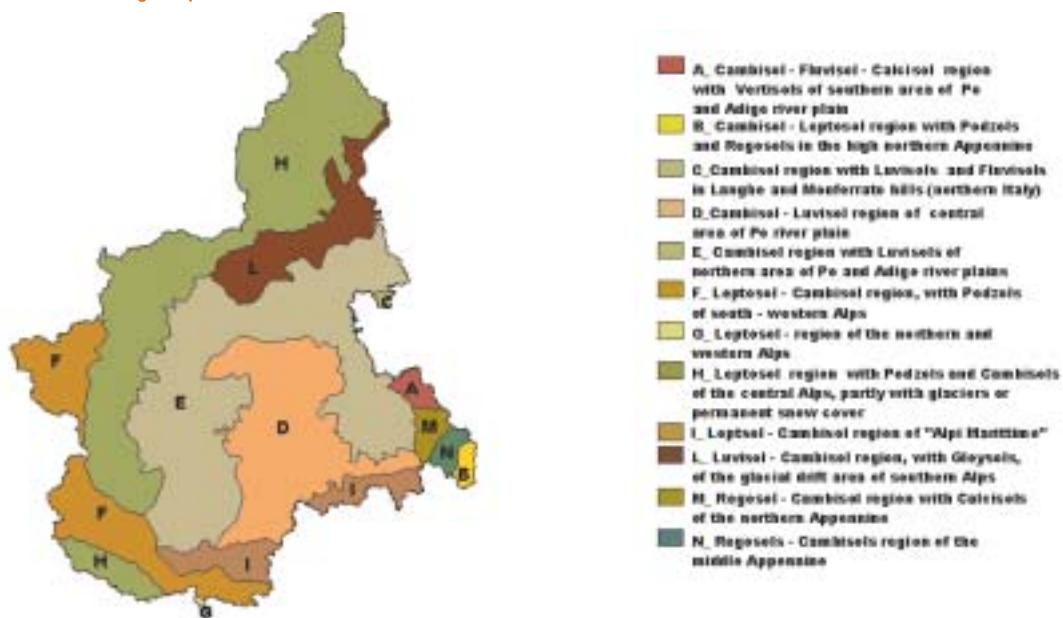
Nella prima colonna sono stati inseriti i campi delle categorie "Soil Region", gli altri campi contengono i valori in percentuale ricavati dalla somma della superficie destinata ad ogni categoria. Prendendo in considerazione l'area agricola si nota come si trovi un'altissima percentuale associata alla categoria "Cambisol - Luvisol region" (C) pari al 95.8% e risultano decisamente alti anche i valori delle categorie "Cambisol - Fluvisol -

Calcisol region with Vertisols" (A) e "Cambisol region with Luvisols" (E) con valori che superano l'85%.

Per quanto riguarda la classe area boschiva e area semi-naturale, si ha un valore pari al 100% per la categoria "Leptosol - region" (H) e valori che superano l'90% per i "Leptosol region" (G) e "Cambisol - Leptosol region with Podzol" (B).



Figura 5.2 - Carta delle Soil Region piemontesi - anno 2003



Fonte: Elaborazioni ISSDS - Firenze

territorio in Soil Region, che si possono considerare delle ampie unità omogenee per i fattori geologici, geomorfologici e climatici, responsabili della differenziazione pedologica. Caratteristica di queste aree è un'evolu-

zione geologico-paleogeografica analoga e quindi una specifica composizione del materiale parentale. Appare evidente l'importanza di una analisi incrociata tra queste unità e l'uso che viene fatto delle diverse tipolo-

Tabella 5.3 - Uso del suolo in funzione delle unità di paesaggio definite nella Carta della Natura

	Area artificiale	Area agricola	Area boschiva e semi-naturale	Zone umide	Corpi Idrici
TIPO PAESAGGIO Udp	%	%	%	%	%
Colline moreniche	6,8	40,1	52,6	0,1	0,4
Colline terrigene	1,4	67	31,6	0	0
Conca intermontana	15,7	59,7	24,6	0	0
Lago	0	0	0	0	100
Montagne Metamorfiche e cristalline	1,7	12,3	85,8	0	0,2
Montagne terrigene	0,1	17	82,9	0	0
Paesaggio collinare terrigeno con tavolati	5,2	68,1	26,7	0	0
Paesaggio glaciale di alta quota	0,1	1	98,7	0	0,2
Pianura aperta	7,6	88	4,3	0	0,1
Pianura di fondovalle	10,2	75	13,7	0	1,1
Pianura golenale	4,6	63,8	28	0	3,6
Valle montana	0,5	9,9	89,4	0	0,2

Per quanto riguarda l'area artificiale, si può notare come le categorie "Conca intermontana" e "Pianure di fondovalle" abbiano una superficie artificiale di maggior rilievo (reciprocamente 15,7 e 10,2) rispetto le altre categorie. Per le aree ad uso agricolo è la categoria "Pianura aperta" ad avere il valore più elevato, ben un 88%, ma sono da considerare anche le categorie "Colline terrigene", "Paesaggio collinare terrigeno

con tavolati", "Pianura di fondovalle" e "Pianura golenale" che sono ricoperti da suolo agricolo con un percentuale superiore al 60%. Per la classe relativa alle aree boschive e semi-naturali si ha un valore pari al 98,7% attribuito al paesaggio glaciale di alta quota. Valori percentuali alti si trovano peraltro associati alle categorie "Montagne metamorfiche e cristalline", "Montagne terrigene" e "Valle montana".

gie di suolo, soprattutto per quanto riguarda l'utilizzo agricolo e l'occupazione di aree naturali e seminaturali. Nello specifico, il lavoro svolto è consistito nell'utilizzare i dati relativi alle Soil Region del territorio piemontese, resi disponibili dall'Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo di Firenze (ISSDS), e interpolarli tramite funzioni GIS con la tabella contenente i dati Corine Land Cover. Successivamente si è calcolata l'area in percentuale di ogni valore di Soil Region per ciascuno delle classi del primo livello Corine.

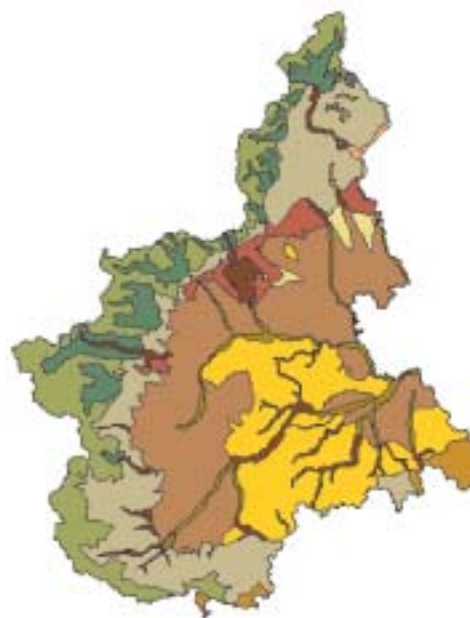
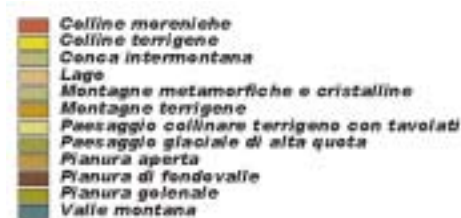
### 5.1.3 DESTINAZIONE DI USO DEL SUOLO PER AREE DELLA CARTA DELLA NATURA

La Carta della Natura si configura come il prodotto di un sistema di conoscenze, con caratteristiche evolutive, per la descrizione e valutazione dello stato dell'ambiente naturale su tutto il territorio. Essa rappresenta, inoltre, per la sua caratteristica dinamicità, lo strumento di controllo e verifica del rispetto e dell'efficacia delle linee di assetto territoriale stabilite.

La conoscenza delle risorse del patrimonio naturale è premessa alla razionalizzazione delle linee fondamentali di assetto del territorio, alla conservazione delle aree di maggior pregio, al recupero del valore ambientale del territorio, ovvero, al concreto avvio di forme di sviluppo sostenibile.

A seguito di una preliminare attività di ricerca e di sperimentazione è stato definito un percorso operativo, le cui prime fasi realizzate hanno portato all'individuazione di 48 grandi sistemi presenti in Italia denominati sistemi di paesaggio. All'interno di tali sistemi sono stati descritti i principali habitat naturali presenti. I due aspetti essenziali che riassumono le caratteristiche e gli scopi della Carta della Natura sono il valore naturale ambientale e i profili di vulnerabilità ambientale (in tal senso il sistema informativo

Figura 5.3 - Carta dei sistemi di paesaggio



Fonte: APAT, 2002

collegato a tale iniziativa è destinato a essere di supporto per l'individuazione e la valutazione di Aree soggette al degrado naturalistico-ambientale e di Aree caratterizzate da profili di immediata o prossima fragilità).

In questo caso si è realizzata un'interpolazione tra i dati contenuti all'interno della Carta della Natura ed i dati di Corine Land Cover per fornire una panoramica dell'uso del suolo che viene fatto per ciascuno dei Sistemi di Paesaggio individuati per il Piemonte.

#### BOX 1 - I GEOSITI

A cura di Margherita Machiorlatti - Arpa Piemonte, Area Ricerca e Studi

Il concetto di salvaguardia del patrimonio geologico, che si sta affermando da alcuni anni in Europa e recentemente anche in Italia, si fonda sul riconoscimento della necessità di preservare per le generazioni future la fruibilità delle risorse – economiche e di valore culturale, scientifico o paesaggistico – che l'ambiente ci offre.

In molti paesi sono state intraprese iniziative per individuare i "geositi", considerati a tutti gli effetti come beni naturali da proteggere anche al fine di tramandare la conoscenza

della storia geologica della Terra. Per geosito si intende una "località, area o territorio dove sia possibile definire un interesse geologico o geomorfologico per la conservazione" (Wimbledon et al., 1996). Essi possono essere considerati al tempo stesso monumento della natura, singolarità geologica, risorsa economica e scientifica, habitat, paesaggio, elemento di geodiversità, memoria del passato della Terra e dell'evoluzione biologica.

In Italia non esiste una specifica normativa che disciplini i geositi: riferimenti alla componente geologica-geomorfologica vanno ricercati nell'ambito di diverse fonti legislative: Legge



1° giugno 1939, n. 1089; Legge 29 giugno 1939, n. 1497; R. D. 3 giugno 1940, n. 1357; Legge 8 agosto 1985, n. 431 -legge Galasso-; Legge 394 del 6 dicembre 1991 -Legge quadro sulle aree protette.

Fra le iniziative, è da segnalare il Progetto internazionale GEOSITES dello IUGS (International Union Geological Sciences) che si propone di realizzare un inventario mondiale dei siti più significativi da conservare. A livello nazionale e

locale stanno sviluppandosi azioni volte alla catalogazione, basate su criteri scientifici di classificazione delle forme del paesaggio che tengono conto di requisiti quali la rarità, la rappresentatività, il valore scenico e storico-culturale, l'accessibilità nell'ottica di una fruizione diretta o indiretta. Ad esempio sono state realizzate banche dati dei geositi dalle regioni dell'Emilia, del Lazio e della Valle d'Aosta e dalle province di Modena e Torino.

## 5.2 CONTAMINAZIONE DEL SUOLO

La contaminazione del suolo, locale e diffusa, è uno dei principali problemi dei suoli europei, italiani e piemontesi. La contaminazione locale, identificabile con i siti contaminati, è trattata in modo approfondito nel capitolo 16; la contaminazione diffusa può essere controllata solo attraverso una efficace rete di monitoraggio.

La situazione del monitoraggio in Italia per quanto riguarda il suolo è ancora piuttosto frammentaria e riguarda solo iniziative sporadiche legate a circoscritte esigenze di conoscenza di poche realtà regionali e locali. La progettazione di una rete nazionale adeguatamente strutturata è dunque una necessità impellente, anche in risposta alle richieste provenienti dalla Commissione Europea e dall'Agenzia Europea per l'Ambiente.

In tal senso la Comunicazione della Commissione "Verso una strategia tematica per la protezione del suolo" COM(2002) 179 del 16 aprile 2002 ha segnato un punto di svolta dell'attenzione dell'Unione Europea verso la protezione del suolo. In tale documento si affrontano le principali problematiche dei suoli europei e si tracciano le linee strategiche per l'elaborazione di una politica di salvaguardia del suolo nei prossimi anni.

Viene ritenuto importante quindi giungere gradualmente, in tutti gli stati, ad una rete capillare ed omogenea in grado di rilevare con periodicità alcune caratteristiche del suolo, che richiederà la collaborazione delle Amministrazioni centrali, regionali, locali e delle Istituzioni di ricerca.

Fin dal 2001 il Centro Tematico Nazionale "Suolo e siti contaminati" (ora "Territorio e Suolo"), struttura promossa dall'Agenzia Nazionale per la Protezione Ambientale (ANPA, ora APAT, cioè Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici) in forma di rete fra le Agenzie Regionali, ha affrontato la necessità di definire gli elementi tecnici più importanti per la struttura della rete nazionale di monitoraggio del suolo, avviando una serie di confronti con istituti di ricerca, università e regio-

ni ed elaborando un documento tecnico in cui venivano fornite alcune indicazioni generali sulle caratteristiche principali della rete di monitoraggio (ANPA, 2001 e ANPA, 2002).

Tale proposta, condivisa successivamente da diversi tecnici coinvolti nel processo di consultazione e di valutazione del documento, ha subito un'evoluzione a seguito di alcune prime applicazioni tentate da qualche regione e degli sviluppi che a livello europeo ha avuto l'interesse sul tema, come sopra accennato.

L'Arpa ha avviato nel 2001 alcune iniziative propedeutiche all'avvio della rete regionale di monitoraggio dei suoli; nel corso del biennio 2001-2002 sono state censite le varie realtà a livello Europeo ed è stato preparato il documento propedeutico alla definizione dei parametri di una rete Nazionale. Sulla base del documento è stata sviluppata una prima rete di punti, applicando alla scelta degli stessi un criterio di rappresentatività basato sulla disponibilità di conoscenze approfondite della matrice suolo; sono stati individuati 220 punti in aree di pianura e collina nei quali sono stati prelevati circa 450 campioni per la caratterizzazione pedologica e chimica, con particolare riguardo ai metalli pesanti. I campionamenti hanno interessato lo strato superficiale di suolo, generalmente identificabile con lo strato arato dei terreni agrari, e lo strato immediatamente successivo.

Nel 2002 si è invece realizzato un monitoraggio a maglia fissa applicando l'esistente rete europea LUCAS (European Community 2003) per l'individuazione dei siti di campionamento. La rete LUCAS ha un passo di 18 km ed ha portato all'individuazione per tutto il territorio regionale di 78 punti; sono stati considerati solo i 30 punti riguardanti le aree agricole di pianura e collina. Su ciascun sito è stata eseguita la caratterizzazione del suolo e un campionamento per l'analisi, oltre ai metalli pesanti, dei microinquinanti organici (IPA, PCB, diossine e furani). Anche in questo caso sono stati interessati lo strato superficiale arato e quello immediatamente sottostante. La stessa rete 18 x 18 permette di effettuare 26 campionamenti, previsti nel 2003, che ricadono in aree con terreni naturali. I punti rimanenti ricadono su aree edificate od occupate da infrastrutture o



comunque non campionabili.

I dati riportati nei paragrafi successivi derivano principalmente dai primi due anni di funzionamento di questo prototipo di rete.

### 5.2.1 METALLI PESANTI

Con la collaborazione di **Silvana Benedetti, Elio Sesia, Edoardo Pittatore, Matilde Simoniello e Barbara Chiavirano** - Arpa Piemonte, Dipartimento di Asti;  
**Valentina Cerato e Cristian Borra** - Università di Torino, DSMP

La concentrazione dei metalli pesanti nel suolo è funzione sia delle caratteristiche geochimiche dei materiali originali sia dall'utilizzo del suolo.

Il numero totale di siti campionati per la rete di monitoraggio sui metalli pesanti nel 2001 e 2002 è di totale 274; i campioni analizzati dal Dipartimento di Asti sono oltre 550.

L'elaborazione dei dati chimici è stata eseguita secondo tre modalità :

1. elaborazione statistica parametrica per valutare medie, mediane, valori minimi e massimi in rapporto alla vigente legislazione in campo ambientale;
2. analisi della ripartizione dei contaminanti tra gli strati A (superficiale) e B (profondo) del suolo;
3. analisi territoriale, ottenuta tramite l'utilizzo di software GIS, e analisi geostatistica a finestre mobili, atte a definire la variabilità spaziale, valutare le concentrazioni medie degli elementi nei diversi settori della Regione e le possibili fonti delle contaminazioni.

Tabella 5.4 - Concentrazione di metalli pesanti estraibili in acqua regia nei suoli agrari - anno 2002

		Cadmio totale	Cromo totale	Nichel totale	Piombo totale	Rame totale	Zinco totale
<i>Dati disponibili</i>	<i>n°</i>	551	553	561	575	556	554
Valore Massimo	mg/kg	3,00	204,00	188,15	60,70	286,4	97,00
Valore Minimo	mg/kg	0,01	9,33	3,40	0,33	3,20	9,00
Media	mg/kg	1,07	81,87	55,41	18,05	28,01	53,13
Mediana	mg/kg	0,90	77,00	46,40	17,50	21,30	52,50
Deviazione Standard	mg/kg	0,81	40,21	36,68	9,14	22,98	17,26
25° Percentile	mg/kg	0,40	50,30	26,30	12,50	14,20	39,80
50° Percentile	mg/kg	0,90	77,00	46,45	17,50	21,30	52,50
75° Percentile	mg/kg	1,60	106,50	75,76	23,30	34,78	64,33
90° Percentile	mg/kg	2,30	139,00	114,69	29,20	54,58	76,60
Limite 471/99 residenziale	mg/kg	2	150	120	100	120	150
Limite 471/99 industriale	mg/kg	15	800	500	1000	600	1500
Limite DCR 1005-4351 agrario	mg/kg	5	500	150	375	150	500
Limite D. Lgs. 99/92	mg/kg	1		75	100	100	300
DPR 915/82	mg/kg	3	50	50	100	100	300

Fonte: Arpa Piemonte

Dal confronto si evidenzia che, per la quasi totalità dei casi, sia la media che la mediana dei dati sono al di sotto dei diversi limiti riportati, con la sola eccezione del cromo rispetto al valore del

DPR 915/82. Il cromo totale è però sicuramente l'elemento meno tossico tra quelli considerati, tant'è che nelle successive leggi il limite è stato alzato se non addirittura eliminato.

Quest'ultima elaborazione è stata eseguita solo sui dati ricavati dall'orizzonte superficiale del suolo, inteso come il settore del terreno soggetto a lavorazione e quindi più esposto all'ambiente esterno.

I risultati dell'elaborazione statistica sui metalli pesanti estraibili in acqua regia sono stati confrontati con i limiti previsti da norme nazionali e regionali, e precisamente:

- dalla Tabella 1 dell'Allegato 1 del D.M. 471/99 per i suoli bonificati destinabili ad uso residenziale-verde e commerciale-industriale;

- dalla DCR 1005-4351 della Regione Piemonte, confermati dalla legge regionale 42/2000, per i suoli bonificati a destinazione agricola;

- dal D. Lgs. 99/92 per i terreni utilizzabili per lo spandimento di fanghi di depurazione;

- dalle norme tecniche del DPR 915/82 per i terreni sui quali è possibile lo spandimento di compost da rifiuti.

Come commento conclusivo alla tabella 5.4, è bene ricordare che il semplice superamento dei limiti di legge riportati non deve essere automaticamente letto come indice di



contaminazione, in quanto questi elementi possono essere presenti naturalmente nei suoli, in funzione delle caratteristiche litologiche e pedologiche dei suoli stessi.

In particolare, il contenuto in metalli totali (estraibili in acqua regia) fornisce poche informazioni sulla pericolosità del metallo, che diventa disponibile per le piante solo quando è presente in forme chimiche disponibili per gli apparati radicali. Per questo motivo, accanto alla valutazione della forma totale è stata determinata, generalmente sui campioni più superficiali, la presenza di metalli in forma disponibile, utilizzando le metodologie ufficiali del Ministero per le Politiche Agricole e Forestali. I risultati di tali determinazioni sono riportati nella tabella 5.5 per quattro dei metalli

più significativi.

I valori dei metalli in forma disponibile sono stati posti a confronto con due limiti legislativi, e precisamente:

⇒ il limite definito dalla DCR della Regione Piemonte n°1005-4351, successivamente confermato dalla legge regionale 42/2000, per i suoli bonificati destinati ad uso agricolo;

⇒ il limite previsto dalle norme regionali piemontesi integrative del D. lgs. 99/92 che riguarda l'uso agricolo dei fanghi di depurazione.

Per quanto riguarda l'analisi dei rapporti tra le concentrazioni di metalli pesanti nello stato superficiale del suolo (A) e in quello immediatamente sottostante (B), si sono con-

**Tabella 5.5 - Concentrazione di metalli pesanti assimilabili nei suoli agrari - anno 2002**

		Nichel disponibile	Piombo disponibile	Rame disponibile	Zinco disponibile
<i>Dati disponibili</i>	<i>n°</i>	243	238	237	243
Valore Massimo	mg/kg	21,8	21,6	57	24,7
Valore Minimo	mg/kg	0,08	0,01	0,01	0,1
Media	mg/kg	4,51	7,28	9,62	4,87
Mediana	mg/kg	3	6,45	5,9	3,4
Deviazione Standard	mg/kg	4,47	4,70	10,86	4,39
25° Percentile	mg/kg	1,50	4,00	3,30	1,95
50° Percentile	mg/kg	3	6,5	5,9	3,4
75° Percentile	mg/kg	5,8	9,90	10,65	7,00
90° Percentile	mg/kg	9,70	14,04	22,21	10,73
Limite DCR 1005-4351 agrario	mg/kg	30	50	50	150
DGR 34-8488 del 6.5.96	mg/kg	30	50	50	150

Fonte: Arpa Piemonte

Per tutti i metalli considerati si può vedere che non solo i valori di media e mediana, ma anche quelli del 90° percentile sono

siderati i valori medi dei rapporti topsoil – subsoil delle concentrazioni totali di piombo, nichel, cromo e zinco dai quali è stato possibile un'ulteriore verifica dell'attendibilità dei modelli interpretativi proposti nell'analisi territoriale esposta di seguito. La metodologia segue un'indicazione della Agenzia Europea per l'Ambiente che ha suggerito l'uso di questo indicatore a livello europeo.

Per il piombo, il valore medio del rapporto A/B è uguale a 2,98, cioè la concentrazione del contaminante è nettamente superiore nell'orizzonte A. Questo dato conferma l'ipotesi secondo la quale l'arricchimento superficiale in questo elemento è un fenomeno relativamente recente, legato all'incremento delle attività industriali e del traffico veicolare avvenuto in questi ultimi decenni (figura 5.4).

Per il nichel e il cromo, i valori medi del rapporto A/B

ampiamente inferiori ai limiti di legge, che vengono superati solo nel caso dei valori massimi di pochissimi campioni.

sono sostanzialmente uguali a 1 (1,04 per il nichel e 1,05 per il cromo). Questo aspetto è facilmente correlabile all'ipotesi di un'origine litogenetica di questi elementi: il legame tra la roccia madre e il suolo sovrapposto mantiene pressoché invariata la concentrazione totale delle due specie chimiche, salvo possibili contaminazioni puntuali provenienti dall'esterno. Inoltre, dall'analisi statistica dei dati chimici dei campioni sia dello strato A che del B non risulta esservi alcuna correlazione con il pH dei suoli, il valore del CSC (capacità di scambio cationica) e la percentuale di argilla/materia organica: a maggior ragione è possibile supporre che il contenuto dei suoli in cromo e nichel sia una caratteristica primaria.

Per lo zinco: il valore medio del rapporto A/B è uguale a 1,10, quindi lievemente a favore dello strato A.





Nell'elaborazione territoriale si è supposto che l'apporto di zinco nei suoli derivi essenzialmente dall'utilizzo di particolari prodotti fitosanitari. A tale proposito si è evidenziato come nelle aree della Regione a maggior vocazione agricola il contenuto si assesti generalmente su valori più elevati. Dai dati disponibili in bibliografia è stato possibile stabilire che l'inizio dell'utilizzo di prodotti contenenti zinco nelle pratiche agricole risalga agli anni '50 - '60: la diffusione di questo contaminante anche nello strato B è spiegabile con la maggiore mobilità di questo elemento rispetto, ad esempio, al piombo. Nella valutazione della variabilità spaziale delle concentrazioni, mediante elaborazione geostatistica a finestre mobili, sono state considerate le seguenti classi per ogni contaminante:

classe 1: da 0,5 M (valore medio regionale) circa a M;  
classe 2: valore = M;

classe 3: da M fino al limite massimo di legge consentito (valori indicati nel D.M. 471/99 per il verde pubblico e privato);

classe 4: valore superiore al limite di legge.

I risultati sono sintetizzati in figura 5.5.

Utilizzando questa suddivisione è stato possibile stabilire che i valori delle concentrazioni di Cr e Ni, come era già notato in analisi analoghe precedentemente svolte, sono fortemente legati alla litologia della roccia madre: la maggior parte dei suoli impostati su substrati rocciosi a carattere ultramafico, infatti, presenta valori di concentrazione superiori ai limiti di legge, talvolta per entrambi gli elementi.

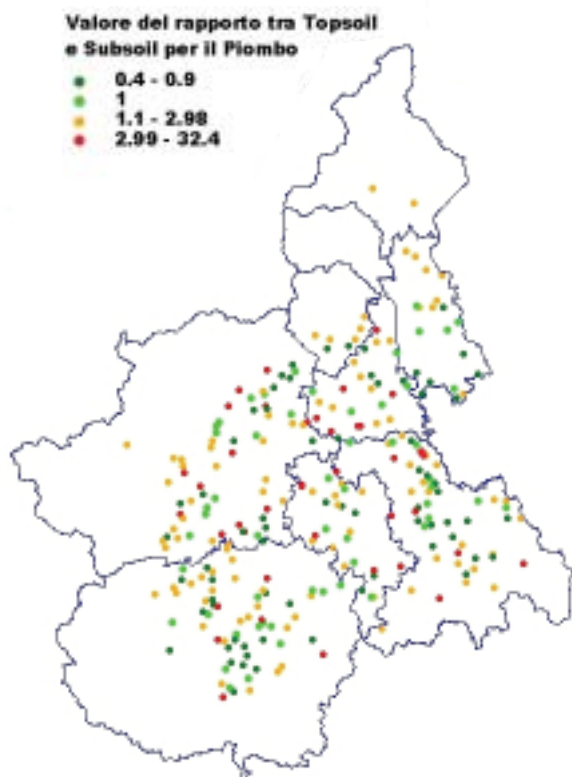
Sul territorio piemontese le aree che presentano queste caratteristiche sono essenzialmente due: quella compresa tra il limite N - E della Valle di Susa e il Canavese, in cui affiorano prevalentemente rocce ofiolitiche d'origine oceanica riequilibrata in facies eclogitica, e la zona del Gruppo di Voltri, a S - E del torrente Bormida, nella quale sono nuovamente presenti rocce ultrabasiche d'origine oceanica.

Nel caso dello Zn, invece, si può notare che su tutto il territorio Piemontese la situazione è abbastanza omogenea: non si sono trovati settori in cui i limiti di legge siano stati superati e i valori medi della concentrazione variano tra i 60 e gli 80 ppm.

Questo aspetto è evidente soprattutto nelle province di Cuneo e Asti, il che conferma la relazione esistente tra questa specie chimica e i prodotti fitosanitari utilizzati nelle pratiche agricole, specie nella viticoltura e nella frutticoltura.

Il Pb, diversamente dagli altri elementi, non presenta vere e proprie aree omogenee di distribuzione; attraverso l'analisi territoriale è stato possibile supporre che la presenza di questo contaminante nel suolo sia correlabile al traffico veicolare, specie nelle aree attraversate da importanti tratte autostradali e statali. Questo aspetto presenta una chiara evidenza nel settore N - E della Regione, tra le province di Novara e di Verbania, dove i valori di concentrazione nel suolo arrivano talvolta a superare i limiti di legge.

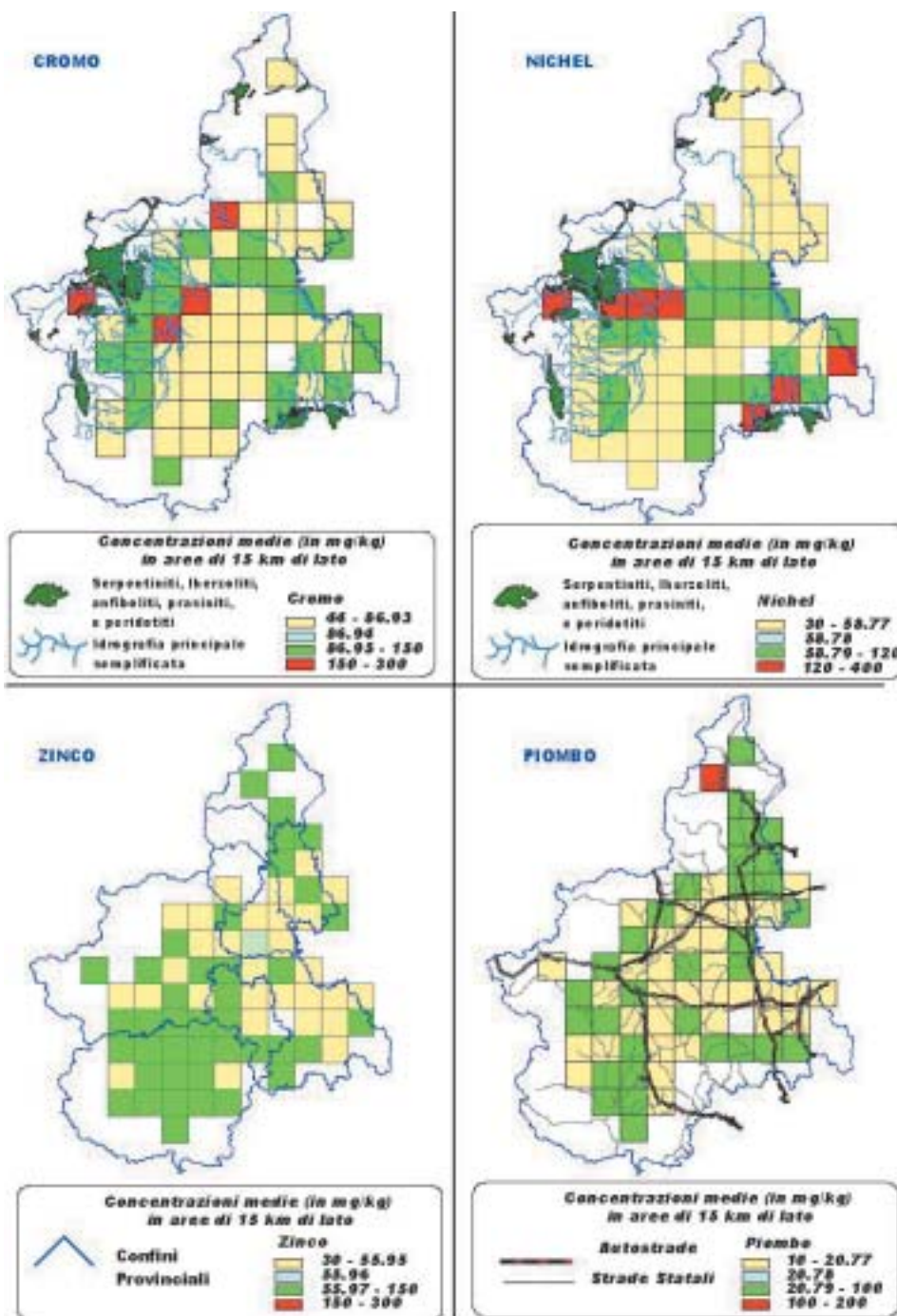
Figura 5.4 - Rapporto tra le concentrazioni di piombo nel suolo superficiale (topsoil) e in quello profondo (subsoil)



Fonte: Arpa Piemonte, 2002



Figura 5.5 - Variabilità spaziale delle concentrazioni di cromo, nichel, zinco e piombo ottenuta con elaborazione geostatistica a finestre mobili



Fonte: Arpa Piemonte, 2002



## 5.2.2 PRODOTTI FITOSANITARI

A cura di **Elio Sesia, Silvana Benedetti, Gianfranco Gasparini** e **Ester Valente** - Arpa Piemonte, Dipartimento di Asti

I prodotti fitosanitari, largamente utilizzati per la difesa delle colture, costituiscono, attraverso la loro distribuzione diffusa sul territorio, una causa di contaminazione diffusa dei suoli e delle acque. La ricerca dei residui di prodotti fitosanitari nelle acque è ormai ben standardizzata e i risultati ottenuti sul territorio piemontese sono descritti nel capitolo 4.

Per verificare il livello di contaminazione nei suoli è stato definito di un approccio integrato al problema della con-

taminazione del suolo da prodotti fitosanitari e realizzata una campagna analitica sui suoli prelevati nel 2001 e 2002 nell'ambito della campagna conoscitiva sul contenuto di metalli pesanti nei suoli agrari piemontesi e del monitoraggio regionale sui suoli. Sono state definite le sostanze attive prioritarie proponendo un indice di priorità sperimentale per i suoli derivato da quello indicato dal gruppo di lavoro "APAT-ARPA-APPA fitofarmaci" per la matrice acque.

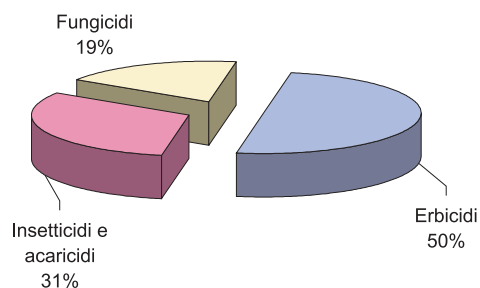
Le sostanze attive individuate con questo metodo sono state integrate con altri composti e metaboliti per i quali non è possibile calcolare l'indice di priorità perché non più in commercio o per mancanza di altri parametri, che

**Tabella 5.6 - Sostanze attive riscontrate nei suoli: numero di campioni esaminati, numero di campioni con residui e valore massimo dei residui - anni 2001 - 2002**

Sostanza attiva	n° Campioni	n° Campioni con residui	%	Val. Max (mg/kg)
Bentazone	18	3	16,7	0,02
Alaclor	215	28	13,0	0,22
Terbutilazina	215	14	6,5	0,16
Pendimetalin	215	10	4,7	0,28
Metolaclor	215	9	4,2	0,04
Oxadiazon	215	9	4,2	0,33
DDE pp'	215	6	2,8	0,81
Endosulfan (somma di alfa beta e solfato)	215	3	1,4	0,08
Tiobencarb	215	3	1,4	0,24
Procimidone	215	2	0,9	0,08
Clorpirifos	215	1	0,5	0,01
Dicofol	215	1	0,5	0,06
Dieldrin	215	1	0,5	0,01
Metalaxil	215	1	0,5	0,03
Molinate	215	1	0,5	0,03
Oxadixil	215	1	0,5	0,08

Fonte: Arpa Piemonte

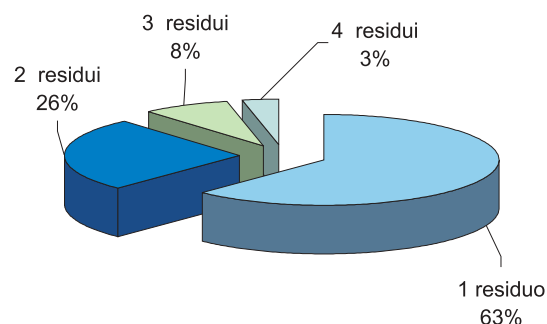
**Figura 5.6 - Classificazione delle sostanze attive riscontrate nei suoli - anni 2001 - 2002**



Fonte: Arpa Piemonte

Delle sostanze attive riscontrate, 8 hanno attività erbicida, 5 sono insetticidi e acaricidi e 3 fungicidi. In diversi campioni è stata rilevata la presenza contemporanea di più sostanze attive.

**Figura 5.7 - Numero di residui riscontrati per campione**



Fonte: Arpa Piemonte



però hanno una particolare rilevanza ambientale per la matrice suolo in relazione alle loro caratteristiche (es. Atrazina, p,p' DDE, Dieldrin, Eptacloro epossido, Rame). E' così stato definito l'elenco di 54 sostanze attive da ricercare su tutti i campioni di suolo e 4 sostanze attive specifiche per le aree risicole; è stato inoltre valutato il contenuto di rame, metallo presente in molti prodotti fitosanitari.

Sono stati complessivamente analizzati 215 campioni di suolo distribuiti nelle aree di pianura e di collina del territorio regionale e sono stati rilevati residui di prodotti fitosanitari in 61 campioni pari al 28% del totale.

Sono state riscontrate e quantificate 16 sostanze attive diverse, riportate nella tabella 5.6 e nella figura 5.6. Dai dati ottenuti si evidenzia la presenza di due composti organoclorurati, pp'DDE e Dieldrin, non più utilizzati da una trentina d'anni ma caratterizzati da una elevata persistenza; il pp'DDE, prodotto di degradazione del DDT, risulta anche il composto riscontrato in maggiore quantità (0,81 mg/kg).

Delle sostanze attive rilevate, 8 hanno attività erbicida, 5 sono insetticidi e acaricidi e 3 fungicidi. In diversi campioni è stata evidenziata la presenza contemporanea di più sostanze attive (figura 5.7).

Da una prima valutazione il contenuto di rame nei campioni analizzati è risultato molto variabile con valori compresi tra 3,2 e 2380 mg/kg; la media è risultata di 54,9 mg/kg e la mediana di 24,6 mg/kg.

Sono in corso approfondimenti per evidenziare correlazioni tra quantità riscontrata e uso del suolo.

I dati ottenuti hanno dato indicazioni positive, seppur preliminari, della coerenza del modello concettuale adottato; sono inoltre emerse indicazioni coerenti tra l'utilizzo del suolo e i vari principi attivi riscontrati.

Sono in corso valutazioni riguardanti le concentrazioni attese per le sostanze attive più significative sulla base di un carico annuo stimato, la correlazione con altri parametri caratteristici del suolo, in primo luogo il contenuto di sostanza organica e ulteriori approfondimenti sul rame.

### 5.2.3 INQUINANTI ORGANICI

A cura di **Gianpaolo Cossa, Piero Nosengo e Daniela Rizzo** – Arpa Piemonte, Dipartimento di Alessandria

Le diossine, i furani e i PCB (bifenili policlorurati) sono un gruppo di sostanze chimiche tossiche e persistenti che hanno effetti negativi sulla salute umana. La loro presenza nell'ambiente è determinata dall'emissione in atmosfera da innumerevoli fonti civili, industriali e natu-

rali delle quali è molto difficile stabilire un contributo specifico. La definizione dei "livelli di base nelle matrici ambientali" permetterà, secondo la Comunicazione della Commissione al Consiglio, al Parlamento Europeo e al Comitato Economico e sociale (Strategia comunitaria sulle diossine, i furani e i PCB) del 17/11/2001, di comprovare la riduzione nei tempi stabiliti, da una "azione a medio e lungo termine" (cinque - dieci anni) delle fonti emissive ritenute più significative. La definizione di un inquinamento "di base" dei suoli da parte dei microinquinanti converge con l'esigenza di conoscere l'inquinamento prodotto "da fonti diffuse".

La rete di monitoraggio a maglia fissa 18 x 18 km, è stata utilizzata nel 2002 anche per la valutazione della contaminazione diffusa dei terreni agrari da parte di questi contaminanti organici. I punti della rete interessati ai campionamenti sono stati una trentina; per ogni punto sono stati generalmente prelevati due campioni a diversa profondità; anche in questo caso, come per i metalli pesanti, sono stati interessati lo strato superficiale (generalmente corrispondente a quello arato) e uno o due strati profondi, fino a circa 70-80 cm di profondità. Il Dipartimento di Alessandria, Polo Microinquinanti, si è occupato delle analisi chimiche volte alla ricerca e determinazione di diossine (PCDD e PCDF), policlorobifenili (PCB) e idrocarburi policiclici aromatici (IPA). Le risultanze analitiche della quantificazione degli idrocarburi policiclici aromatici (figura 5.8) non hanno rilevato valori superiori al limite del D.M. 471/99 (con riferimento ai limiti per l'uso residenziale - verde pubblico, in quanto non sono definiti limiti nazionali per l'uso agricolo), sia nei campioni superficiali, sia in quelli profondi.

Anche per ciò che concerne le diossine e i furani (figura 5.9), i risultati hanno evidenziato l'assenza di dati analitici che eccedono la concentrazione limite ammissibile per le aree destinate ad uso verde pubblico, stabilita dal D.M. 471/99, sia nei campioni superficiali, che in quelli profondi.

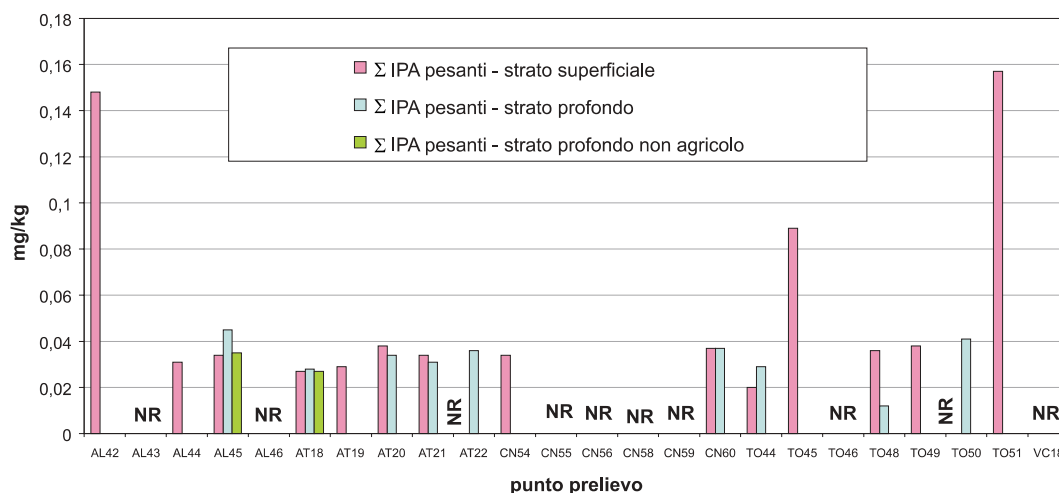
I risultati relativi ai PCB (Figura 5.10) hanno invece messo in evidenza alcuni superamenti della CLA stabilita per i terreni ad uso residenziale e verde pubblico, sia nei campioni superficiali che in quelli profondi.

Dall'elaborazione dei dati si è estrapolato quanto segue:

- in generale, PCB e diossine presentano valori più alti di concentrazione nei campioni provenienti dagli strati più superficiali di terreno;
- i campioni provenienti da suolo arato hanno concentrazioni di PCB e diossine leggermente più elevate rispetto a quelli provenienti da suolo superficiale non coltivato;
- per quanto riguarda i PCB, il valore più elevato tra i campioni superficiali si è avuto presso Druento (0,008 mg/kg a fronte di una CLA di 0,001 mg/kg); quello mino-



Figura 5.8 - Concentrazione di IPA in alcuni suoli agrari - anno 2002



Fonte: Arpa Piemonte

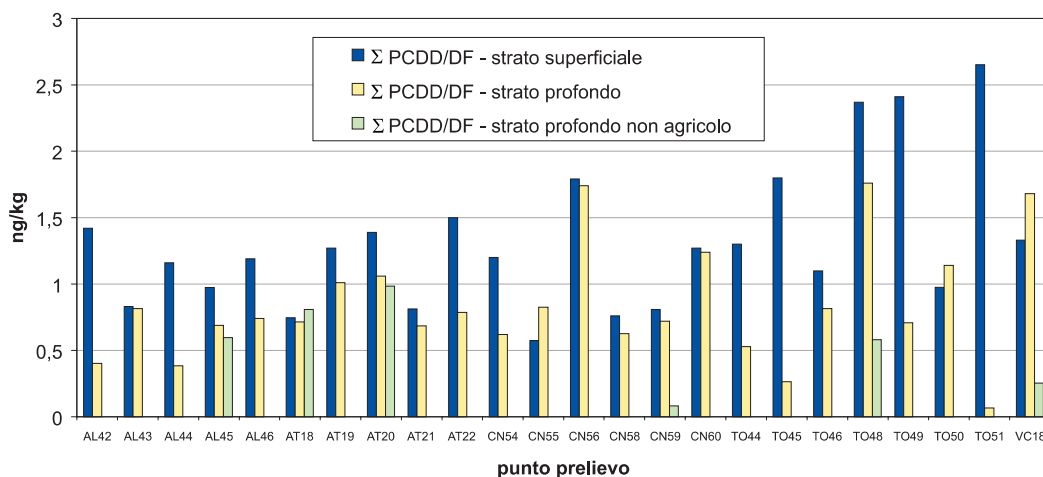
Le analisi degli IPA hanno complessivamente riguardato 16 composti; nella figura sono riportati quelli generalmente indicati con il termine di "pesanti", corrispondenti ai composti inseriti nella Tabella 1 dell'Allegato 1 del DM 417/99. Nessuno dei composti esaminati, sia come singoli, sia come

sommatoria, supera i limiti stabiliti in tale Tabella per i suoli da destinare ad uso residenziale e di verde pubblico e privato. Alcuni campioni contenevano quantità di composti inferiori ai limiti di rivelabilità delle metodologie analitiche utilizzate.

Statistiche IPA pesanti (Crisene, benzo[b]fluorantene, benzo[k]fluorantene, benzo[a]pirene, indeno[1,2,3-c,d]pirene, dibenzo[a,h]antracene, benzo[g,h,i]perilene)

	Strati superficiali mg/kg	Strati profondi mg/kg
Media IPA pesanti	0,054	0,033
Valore Massimo	0,157	0,045
Valore Minimo	0,020	0,012

Figura 5.9 - Concentrazione di diossine e furani (PCDD e PCDF) in alcuni suoli agrari - anno 2002



Fonte: Arpa Piemonte

Le analisi delle sostanze generalmente raggruppate sotto il nome di diossine e furani hanno complessivamente riguardato 17 composti; nella figura è rappresentata la sommatoria, effettuata utilizzando le metodologie internazionali di conversione, dei

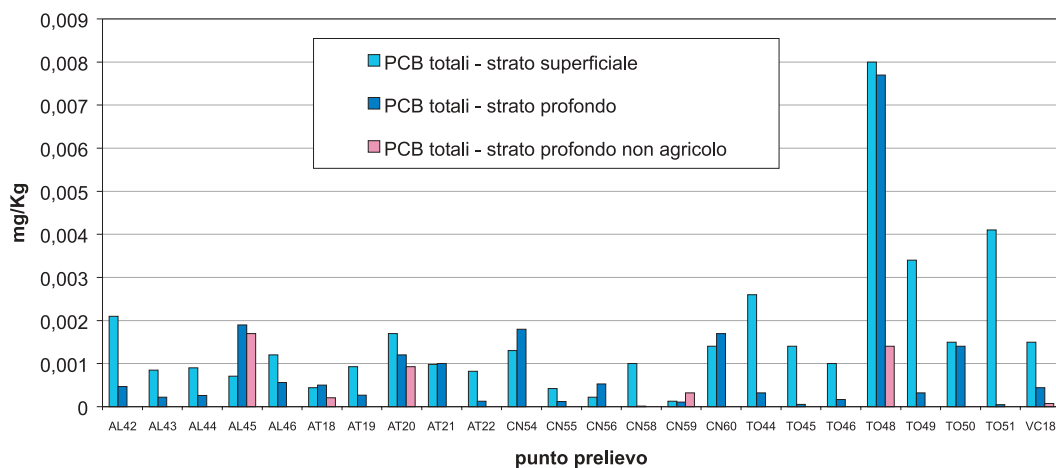
vari prodotti, come peraltro avviene anche nella Tabella 1 dell'Allegato 1 del DM 417/99. Nessuno dei campioni esaminati supera il limite (10 ng/kg) stabilito in tale Tabella per i suoli da destinare ad uso residenziale e di verde pubblico e privato.



## Statistiche diossine e furani (PCDD e PCDF)

	Strati superficiali ng/kg	Strati profondi ng/kg
Media diossine e furani	1,310	0,812
Valore massimo	2,650	1,240
Valore minimo	0,574	0,253
Media su totale campioni	1,043 ng/kg	

Figura 5.10 - Concentrazione di policlorobifenili (PCB) in alcuni suoli agrari piemontesi - anno 2002



Fonte: Arpa Piemonte

Le analisi delle sostanze generalmente raggruppate sotto il nome di policlorobifenili (PCB) hanno complessivamente riguardato 32 composti e le relative famiglie; nella figura è rappresentata la sommatoria dei vari prodotti, come peraltro avviene anche nella Tabella 1 dell'Allegato 1 del DM 417/99. Diversi dei campioni esaminati superano il limite di 0,001 mg/kg sta-

bilito in tale Tabella per i suoli da destinare ad uso residenziale e di verde pubblico e privato. Va però ricordato che tale limite (non applicabile ai suoli agrari) è estremamente restrittivo ed è di ben 5000 volte inferiore al limite stabilito per le aree ad uso commerciale e industriale.

## Statistiche policlorobifenili (PCB)

	Strati superficiali mg/kg	Strati profondi mg/kg
Media PCB	0,0015	0,0008
Valore massimo	0,008	0,0019
Valore minimo	0,00013	0,000013
Media su totale campioni	0,0026 mg/kg	

re in corrispondenza presso Somano (0,00013 mg/kg); - per i campioni profondi, invece, il valore più elevato è stato quello corrispondente al punto di Acqui Terme (0,0019 mg/kg); quello più basso è stato rilevato in corrispondenza del punto presso Bene Vagienna (0,000013 mg/kg).

## 5.3 DEGRADAZIONE FISICA E BIOLOGICA

I fenomeni di degradazione fisica e biologica dei suoli rappresentano uno dei principali problemi sia a livello europeo sia a livello nazionale. La Comunicazione della Commissione Europea CE-COM(2002)179 sulla protezione del suolo evidenzia come prioritario il problema del-



l'erosione idrica, ma non dimentica la compattazione, la perdita di sostanza organica e di biodiversità e l'impermeabilizzazione del suolo. Questi problemi interessano ovviamente anche i suoli piemontesi.

### 5.3.1 EROSIONE

La conoscenza di questo fenomeno risulta particolarmente utile come strumento decisionale per la pianificazione degli interventi di conservazione del suolo sulla base di una singola unità di territorio.

L'indicatore viene qui espresso in base ai principi e ai parametri definiti dalla Universal Soil Loss Equation (USLE), attraverso l'indice di erosione effettiva (Grimm et al. 2001), calcolato integrando i fattori di erosività (R), erodibilità (K), lunghezza dei versanti (L), pendenza dei versanti (S) con quello di copertura delle terre (C).

L'indice di erosione effettiva è:  $A = RKLSC$ , espresso in tonnellate per ettaro per anno di perdita suolo.

La carta riportata nella figura 5.11 è stata elaborata dall'European Soil Bureau del Joint Research Centre (Van Rompaey *et al.* 2003). Come fonte di dati sono stati utilizzati il Mars meteorological DataBase per i dati climatici necessari alla costruzione dell'indice R; il Soil Geographical Database of Europe 1:1.000.000 per le informazioni relative alle classi di tessitura dei suoli usate per costruire l'indice K; il CORINE Land Cover database integrato con immagini NOAA AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) per la costruzione dell'indice C; il DEM (Digital Elevation Model) risoluzione 250 m, per i dati relativi ai fattori L e S.

La figura rappresenta la più recente mappa del rischio di erosione effettiva espressa in classi di perdita di suolo, che vanno da un valore minimo di 0-1 t/ha/anno ad un valore massimo per le zone con rischio stimato superiore a 40 t/ha/anno. Benché la scala di costruzione e rappresentazione di tale mappa sia poco consona ad un utilizzo a livello regionale, è tuttavia possibile evidenziare le aree piemontesi a maggior rischio di erosione idrica nella fascia pedemontana e nelle aree collinari.

L'erosione potenziale diventa effettiva quando a questi fattori di rischio si associa l'azione antropica effettuata senza criteri conservativi. I fattori che accelerano l'erosione sono, infatti, le lavorazioni del terreno a rittochino, l'utilizzo di organi lavoranti che generano la formazione della suola d'aratura (zona compatta d'interfaccia fra lo strato arato e il suolo naturale) e l'ec-

cessivo amminutamento superficiale del suolo per la preparazione dei letti di semina. L'erosione è inoltre favorita dalla mancanza di applicazione di misure conservative del suolo, quali le sistemazioni idraulico-agrarie, i drenaggi, gli inerbimenti. Incrementano l'erosione anche le operazioni di livellamento del terreno effettuato con macchine per il movimento di terra per l'impianto di colture arboree specializzate. I movimenti di massa causati dai livellamenti generano infatti dei troncamenti del profilo del suolo nelle zone di scavo, mentre nelle zone di riporto determinano accumuli di notevoli masse di materiale incoerente a porosità disorganizzata e facilmente erodibile. In queste condizioni, è frequente osservare tassi di erosione catastrofici, che superano, negli anni a seguire, le 500 t/ha/anno.

Il rischio d'erosione è aumentato, negli ultimi decenni, anche a causa dell'aumento dell'erosività delle piogge, che presentano scrosci più intensi ed eventi notevoli più ravvicinati. Ciò è in relazione con il generale mutamento del clima a scala planetaria.

L'erosione del suolo appare preoccupante proprio nelle zone collinari di pregio, principalmente adibite a vigneto, dove è andata intensificandosi la meccanizzazione e si sono adottate coltivazioni a rittochino senza inerbimento. Ciò è evidente, nonostante i limiti di scala della cartografia disponibile, anche per le zone collinari piemontesi.

Figura 5.11 - Mappa a scala nazionale del rischio di erosione effettiva (Approximate soil loss) espressa in classi di perdita di suolo (t/ha/anno)



Fonte: European Soil Bureau, 2003



### 5.3.2 COMPATTAZIONE

La compattazione può essere definita come la compressione della massa del suolo in un volume minore, che si accompagna a cambiamenti significativi nelle proprietà strutturali e nel comportamento del suolo, nella conduttività idraulica e termica, nell'equilibrio e nelle caratteristiche delle fasi liquide e gassose del suolo stesso.

La compattazione del suolo induce una maggiore resistenza meccanica alla crescita e all'approfondimento

delle radici, una contrazione e alterazione della porosità, con conseguente induzione di condizioni di asfissia. Ciò può deprimere lo sviluppo delle piante, con effetti negativi sulla produttività delle colture agricole e ridurre l'infiltrazione dell'acqua nel suolo.

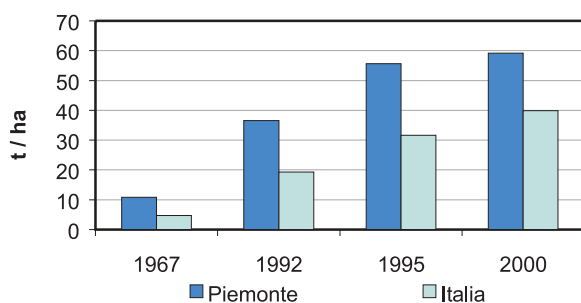
Il compattamento del terreno può essere provocato dalla combinazione di forze naturali e di origine antropica legate alle conseguenze delle pratiche colturali. Queste ultime sono essenzialmente dovute al traffico delle macchine agricole e hanno un effetto compattante notevolmen-

Tabella 5.7 - Numero e potenza dei macchinari utilizzati - anni 1967, 1992, 1995, 2000

	Seminativi	Legnose agrarie	Trattrici	Mietitrebbia	Potenza	Indice	Indice
	ha	ha	n° x 1000	n° x 1000	MW	t/ha	n°
Piemonte 1967	774.959	165.490	76	1,0	2,0	11	8
Piemonte 1992	774.959	165.490	161	7,0	6,7	37	18
Piemonte 1995	620.995	111.906	167	6,0	8,0	56	24
Piemonte 2000	577.278	96.739	139	4,6	7,8	59	21
<b>Dati provinciali anno 2000</b>							
Torino	111.924	5.481	32	1,0	1,8	79	28
Vercelli	92.011	1.044	8	0,8	0,5	28	9
Novara	56.398	948	6	0,5	0,4	36	12
Cuneo	131.277	48.709	47	0,7	2,6	74	27
Asti	38.605	21.721	13	0,6	0,7	55	22
Alessandria	136.384	17.826	29	1,0	1,6	53	19
Biella	10.225	613	3	0,1	0,2	77	28
Verbania	453	398	1	0,01	0,04	267	110

Fonte: Elaborazione Arpa Piemonte su dati Istat

Figura 5.12 - Incremento della sommatoria peso per il Piemonte e confronto con il dato nazionale - anni 1967, 1992, 1995 e 2000



Fonte: Elaborazione Arpa Piemonte su dati Istat

Il peso di macchinari agricoli per ettaro, indice approssimato del rischio di compattazione, continua ad aumentare, seppure in misura minore del passato. Alla diminuzione del numero complessivo di macchinari corrisponde dunque un aumento della potenza e del peso, sempre su valori ampiamente superiori alla media nazionale.

te superiore alle forze naturali quali l'impatto della pioggia, il rigonfiamento e il crepacciamento, l'accrescimento radicale, anche perché l'ingegneria agraria nell'ultimo trentennio ha prodotto macchine di grandi dimensioni sempre più potenti e pesanti.

I suoli più sensibili alla compattazione sono quelli a tessitura limosa o argillosa, poveri di calcio e materia organica; alcuni suoli, che a queste caratteristiche associano la presenza di argilla poco attiva (illite, caolinite), possono manifestare anche una naturale propensione alla perdita di stabilità degli aggregati in presenza di umidità.

In mancanza di dati diretti del livello di compattazione, si può valutare il rischio di compattazione, come indicatore "proxi", attraverso il numero e la potenza delle macchine agricole, secondo una metodologia proposta da Paolo Bazzoffi dell'ISSDS di Firenze. Infatti, l'utilizzo in agricoltura di macchine sempre più potenti e pesanti, dove i problemi di equipaggiamenti atti ad attenuare il compattamento stesso sono tutt'altro che risolti, è sicuramente una causa di grande rilievo nei confronti di que-





sta forma di degrado.

Il numero delle trattrici consente di tenere conto della densità di impiego delle macchine sulla superficie, mentre la potenza delle trattrici è correlabile al peso e quindi al potenziale danno che possono causare nei confronti della struttura del suolo.

Il rischio di compattazione è stato stimato, mettendo in evidenza i cambiamenti avvenuti nel corso degli anni (1967, 1992, 1995 e 2000), attraverso la determinazione della sommatoria peso applicata all'ettaro (aratura, preparazione letto di semina, concimazione di copertura, diserbo, trattamento antiparassitario) e del numero di trattrici e mietitrebbia presenti ogni 100 ha (superficie seminativi + legnose agrarie)<sup>1</sup>.

L'analisi dei risultati evidenzia il netto aumento del

numero dei macchinari avvenuto su tutto il territorio piemontese, in allineamento con l'andamento nazionale, negli intervalli di tempo 1967-1992 e 1992-1995; nel periodo 1995-2000 si osserva invece un leggero decremento corrispondente ad una fase di stabilizzazione dei valori nazionali sia per quanto riguarda il numero di trattrici e mietitrebbia ogni 100 ha di superficie che per la sommatoria peso.

L'analisi dei dati aggregati (tabella 5.7 e figura 5.12) a livello provinciale per l'anno 2000 mostra livelli alti di rischio di compattazione per le province di Torino, Cuneo e Biella; per quanto riguarda la provincia di Verbania, il valore elevato di sommatoria peso e numero di macchinari ogni 100 ha è giustificato dal basso valore di seminativi e colture arboree.

Tabella 5.8 - Consumo di suolo e l'incremento percentuale di urbanizzato

Province	Sup. Prov (km <sup>2</sup> )	Sup. urbano 1991 (km <sup>2</sup> )	Incremento Sup. Urbano 91-98 (km <sup>2</sup> )	Consumo 91-98 (% sup.tot)	Urbano 1998 (% sup.tot)	Incremento Urbano 98/91 (%)
Alessandria	3.559,36	130,17	5,80	0,16	3,82	4,46
Asti	1.510,09	66,48	2,38	0,16	4,56	3,58
Biella	913,40	72,28	2,39	0,26	8,17	3,31
Cuneo	6.896,33	185,65	12,00	0,17	2,87	6,46
Novara	1.334,37	101,24	2,06	0,15	7,74	2,03
Torino	5.739,64	503,33	23,98	0,42	9,19	4,76
Verbania	2.400,73	46,17	1,99	0,08	2,01	4,31
Vercelli	2.086,99	73,77	1,89	0,09	3,63	2,56
Piemonte	24.440,91 <sup>(2)</sup>	1.179,09	52,49	0,21	5,04	4,45

<sup>(2)</sup> - Esclusa la Valle di Susa

Fonte: Regione Piemonte - Assessorato alla Pianificazione

### 5.3.3 URBANIZZAZIONE, INFRASTRUTTURE E FRAMMENTAZIONE

La perdita di suolo per impermeabilizzazione (soil sealing) è uno dei maggiori problemi dei suoli italiani e piemontesi. Il processo è dovuto al continuo incremento delle aree urbane e delle superfici occupate da infrastrutture (aeroporti, autostrade, ferrovie, porti, interporti, ...).

Una interessante analisi proposta sulle trasformazioni della categoria di uso del suolo "urbanizzato" è stata proposta in

uno studio realizzato dalla Direzione Pianificazione e Urbanistica della Regione Piemonte tramite l'utilizzo di coperture satellitari IRS-IC PAN e dati ricavati dalla Carta Tecnica Regionale (Regione Piemonte 2003). Si riportano in tabella 5.8 alcuni dati tratti dallo studio, presentati a livello regionale e provinciale, rimandando per un'analisi più approfondita, alla pubblicazione della Regione. L'analisi è stata effettuata senza considerare la Valle di Susa in quanto mancavano le informazioni relative all'anno 1991.

<sup>1</sup> La determinazione della sommatoria peso ( $\Sigma p$ ) è stata effettuata con il seguente calcolo:

$$\Sigma p = kW * P * N * 5 / S$$

dove

kW = kilowatt

P = peso medio 55,6 kg/kW

N = numero di trattrici

5 = numero di passaggi medi per anno

S = superficie in ettari di seminativi e legnose da frutto



### 5.3.4 DIMINUIZIONE DELLE BIODIVERSITÀ

La perdita di biodiversità viene rappresentata attraverso un insieme di indicatori che valutano lo stato e le tendenze evolutive della biodiversità sul territorio naturale attraverso l'analisi delle specie (es. stato e trend di gruppi di specie ornitiche; numero generale di specie animali minacciate; perdita di biodiversità delle specie ornitiche), ovvero valutano indirettamente il fenomeno attraverso indicatori che riguardano alcune caratteristiche del territorio e degli habitat (perdita di aree protette o di aree umide; aree utilizzate per agricoltura intensiva; frammentazione delle foreste e dei paesaggi rurali per colpa di strutture viarie o ferroviarie; cambiamenti nelle tradizionali pratiche agronomiche).

Negli ultimi tempi si sta inoltre diffondendo, come misura della biodiversità del suolo, l'uso di un indicatore biologico denominato QBS, che misura la pedofauna del suolo. Le considerazioni in merito alle esperienze dirette dell'uso dell'indice di qualità biologica dei suoli in Piemonte sono riportate nel capitolo 7.

### 5.3.5 SUPERFICIE PERCORSATA DA INCENDI

Il numero annuo di incendi in Italia è passato da 6.000 negli anni '60, a 12.000 negli anni '80 e a 15.000 oggi corrispondenti a 42 incendi al giorno, quasi 2 all'ora. Gli incendi causano gravi danni sia a livello umano (conseguenze mortali) che ambientale (distruzione di fauna e flora); essi hanno inoltre ripercussioni economiche considerevoli: scomparsa di habitat naturali, danni alle foreste, costi degli interventi antincendio.

La causa della maggior parte di questi incidenti è l'uomo. Ma sono fattori naturali quali la siccità, la velocità del vento o la configurazione dei luoghi a determinare la propagazione degli incendi e a provocare effetti devastanti.

Il Piemonte è una regione con un notevole patrimonio forestale: un quarto della sua superficie complessiva (2,5 milioni di ettari) è occupato da boschi (663.364 ettari). Stando ai dati ufficiali questa superficie si va espandendo ad un tasso annuo pari al 0,69%.

Tale espansione è dovuta soprattutto alla ricolonizzazione spontanea di coltivi e pascoli abbandonati. L'azione di rimboschimento artificiale da parte delle pubbliche amministrazioni ha invece una incidenza molto modesta, dell'ordine di qualche centinaio di ettari l'anno. In queste profonde modificazioni a carico dell'ambiente silvo-pastorale derivate dal "veloce", dal punto di vista dei cicli forestali, cambiamento socio-

economico verificatosi nell'ultimo secolo, gli incendi si affermano in modo sempre più imponente come la principale minaccia per i boschi (figura 5.13).

Con il cambiamento delle condizioni socio-economiche, alla funzione produttiva del bosco divenuta poco remunerativa, si è prepotentemente sostituita quella paesaggistico-ricreativa, permanendo quella protettiva e stabilizzatrice dei versanti. Venendo meno una produzione legnosa economicamente sostenibile sono automaticamente diminuite le cure colturali dei boschi, specialmente in quelli di proprietà privata. Come conseguenza si è verificato un progressivo aumento dei residui vegetali sul suolo del bosco (tecnicamente definito come aumento del carico d'incendio), così come delle piante secche schiantate. Per tale ragione è nettamente aumentata la sensibilità dei boschi al fuoco, visto che le fiamme trovano facile esca nell'abbondante combustibile morto al suolo. Tuttavia, alla base dell'incremento degli incendi negli ultimi decenni non vi è solo la situazione di abbandono dei boschi, ma anche la riduzione delle terre agricole.

Dal 1° gennaio 1997 al 14 agosto 2002 si sono verificati in Piemonte 2.615 incendi boschivi, che hanno interessato 26.548 ettari (13.602 boscati e 12.946 non boscati).

Come si vede dalle figure 5.13 e 5.14, mentre il numero di incendi, nonostante la diminuzione degli ultimi anni, continua ad avere sul lungo periodo un trend in ascesa, le superfici interessate fortunatamente dimostrano una leggera tendenza alla diminuzione

### 5.3.6 INONDAZIONI E SMOTTAMENTI

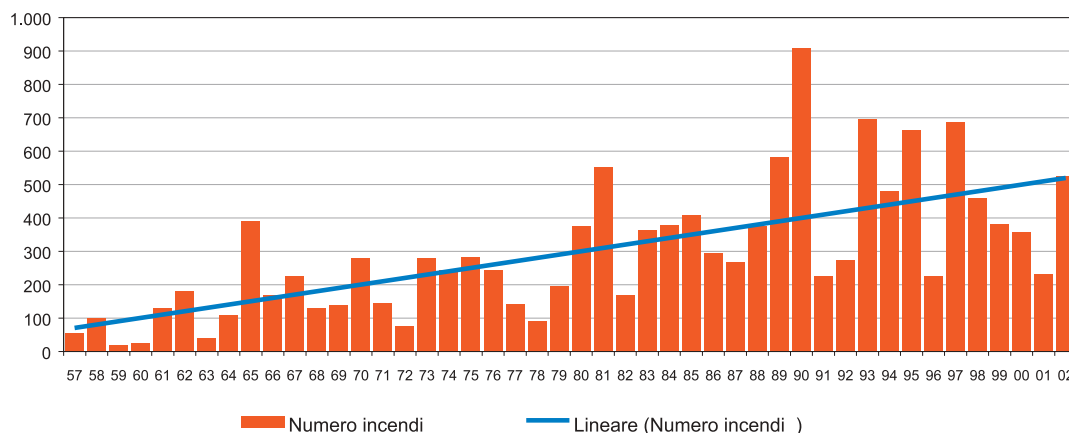
In considerazione della spiccata variabilità climatica e geomorfologica del territorio italiano, il rischio idrogeologico include (Annuario APAT 2002):

- il rischio di esondazioni cui sono soggette sia le pianure attraversate da fiumi, sia le fasce pedemontane (conoidi di deiezione);
- il rischio di frane che si possono manifestare con tipologie estremamente variabili (dal crollo a colate di fango, con cinematismi semplici o complessi) a seconda del contesto geomorfologico, idrogeologico e litologico locale;
- il rischio di valanghe legato a condizioni climatiche e geografiche particolari quali quelle degli ambienti montani.

Il rischio idrogeologico di un'area è funzione della probabilità di occorrenza di un dissesto di data intensità in un determinato intervallo (pericolosità) e della vulnera-



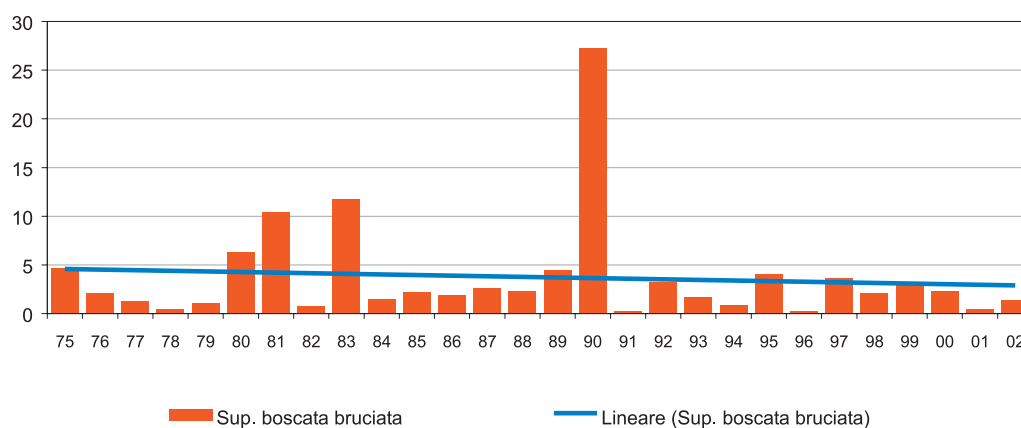
Figura 5.13 - Numero di incendi - anni 1957-2002



Fonte: Corpo Forestale dello Stato (i dati del 2002 vanno dal 1 gennaio al 14 agosto)

Il numero di incendi, dopo alcuni anni di diminuzione, subisce nel 2002 un nuovo aumento, confermando la tendenza crescente complessiva pluriennale.

Figura 5.14 - Superficie boscata bruciata (migliaia di ettari) - anni 1957-2002



Fonte: Corpo Forestale dello Stato (i dati del 2002 vanno dal 1 gennaio al 14 agosto)

La superficie boscata bruciata, nonostante la tendenza crescente del numero di incendi, continua ad avere una tendenza leggermente decrescente.

bilità dell'area stessa, in termini d'incolumità delle persone, della sicurezza delle infrastrutture, del patrimonio ambientale e culturale. L'obiettivo conoscitivo generale del tema è quindi la valutazione dello stato di avanzamento degli interventi programmati, tesi alla mini-

mizzazione del rischio attraverso la riduzione della pericolosità (intensità) dell'evento atteso o della vulnerabilità dei soggetti a rischio.

La situazione piemontese è descritta in dettaglio nel capitolo 6 sugli eventi naturali.



## BIBLIOGRAFIA

ANPA - CTN\_SSC, 2001. *Elementi di progettazione della rete nazionale di monitoraggio del suolo a fini ambientali*. Rapporti ANPA, RTI CTN\_SSC n. 2/2001.

ANPA - CTN\_SSC, 2002. *Elementi di progettazione della rete nazionale di monitoraggio del suolo a fini ambientali. Linee guida per un manuale di organizzazione e gestione della rete*. Rapporti ANPA, RTI CTN\_SSC n. 1/2002.

APAT, 2002. *Annuario dei dati ambientali*. Stato dell'Ambiente 7/2002.

AA. VV., *I Geositi della Provincia di Torino, Proposte di valorizzazione - Servizio difesa del suolo della Provincia di Torino*, CNR Irpi. <http://www.provincia.torino.it/territorio/geositi/home.htm>

COMMISSIONE DELLE COMUNITA' EUROPEE, 2002. *Verso una strategia tematica per la protezione del suolo*. Comunicazione della Commissione al Consiglio e al parlamento europeo, al Comitato economico e sociale e al Comitato delle Regioni - Bruxelles 16.4.2002 COM(2002) 179 definitivo.

EEA-UNEP, 2000. *Down to earth: soil degradation and sustainable development in Europe* - EEA - Environmental issue series N° 16.

GRIMM M., JONES R., MONTANARELLA L., 2001. *Soil Erosion Risk in Europe* - ESB - IES - JRC Ispra (VA) EUR 19939EN.

MINISTERO DELL'AMBIENTE, 2001. *Relazione sullo stato dell'ambiente*. Roma 2001.

REGIONE PIEMONTE, 2003. *Trasformazioni territoriali in Piemonte (prime metodologie di analisi)* - Quaderni della Pianificazione n. 13 aprile 2003.

VAN ROMPAEY A.J.J., BAZZOFFI P., JONES R.J.A., MONTANARELLA L. e GOVERS G., 2003. *Validation of Soil Erosion Risk Assessment in Italy* - ESB - IES - JRC Ispra (VA) EUR 20nnn EN.

WIMBLEDON, W.A.P. *et al.*, 1995. *The development of a methodology for the selection of British geological sites for conservation: part 1*. *Modern Geology* 20:159-202.